

**REVIEW KINERJA BANGUNAN FRESH MARKET SENGGIGI BERDASARKAN
PERATURAN KETAHANAN GEMPA NASIONAL**
*Review of Senggigi Fresh Market Building Performance According to
Current National Seismic Code*

Ni Nyoman Kencanawati*, Suryawan Murtiadi**, I Made Adi S*, Pathurahman*, Desi Widianty*
*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

** Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Sains dan Teknologi Nasional
Email : nkencanawati@unram.ac.id, suryawan@istn.ac.id, made-adi@gmail.com,
pathur66@unram.ac.id, widiantydesi@unram.ac.id

Manuscript received: 23 Februari 2024

Accepted:

24 Maret 2024

Abstrak

Bangunan-bangunan yang dirancang dengan peraturan ketahanan terhadap gempa lama memerlukan kajian kinerja lebih lanjut setelah dikeluarkannya pedoman yang baru. Peraturan ketahanan gempa saat ini di Indonesia yaitu SNI 1726-2019 menunjukkan nilai parameter percepatan gempa yang lebih tinggi di beberapa daerah di Indonesia bila dibandingkan dengan peraturan gempa sebelumnya yaitu SNI 1726-2012. Terlebih untuk Pulau Lombok mengalami serangkaian di Tahun 2018. Salah satu bangunan yang terdampak adalah Gedung Fresh Market Senggigi, Lombok. Bangunan tersebut dikonstruksi ulang setelah gempa, namun masih memakai peraturan yang lama sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan struktur Gedung Fresh Market Senggigi sesuai pedoman ketahanan gempa saat ini. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan menggunakan software. Kinerja bangunan di analisis dengan metode pushover berdasarkan metode FEMA 356 dan ATC 40. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa struktur gedung mencapai gaya geser dasar terbesar yang dianalisis berdasarkan untuk SNI 1726-2019 dengan metode FEMA 356. Baik ketika struktur diberikan beban gempa berdasarkan peraturan gempa lama dan baru, gedung menunjukkan kinerja Immediate Occupancy (IO) dimana kekuatan dan kekakuannya hampir sama dengan kondisi sebelum gempa. Dengan demikian kinerja gedung berdasarkan SNI 1726-2019 masih dalam kondisi aman.

Kata kunci : Pedoman ketahanan gempa, SNI 1726-2019, Analisis pushover.

PENDAHULUAN

Bangunan *Fresh Market* merupakan pasar swalayan yang menyediakan berbagai macam kebutuhan pangan seperti sayur, daging, buah, dan sebagainya. Bangunan ini terletak di kawasan wisata Senggigi dan dekat dengan hotel atau tempat penginapan sehingga banyak dikunjungi oleh wisatawan asing dan lokal. Oleh karena itu, bangunan ini penting untuk dianalisis demi keselamatan para wisatawan. Bangunan *Fresh Market* Senggigi dibangun bertingkat berdasarkan SNI 1726-2012 sementara itu, pada tanggal 19 Desember 2019 telah disahkan peraturan terbaru yaitu SNI 1726-2019. Pada SNI 1726-2019, terdapat perbedaan kombinasi pembebanan, perbedaan nilai F_a dan F_v , serta perbedaan sebaran nilai S_s pada peta parameter gerak tanah dibandingkan dengan SNI 1726-2012 (Kencanawati dkk, 2023). Oleh karena itu, struktur bangunan *Fresh Market* Senggigi perlu dianalisis berdasarkan peraturan gempa baru SNI 1726-2019.

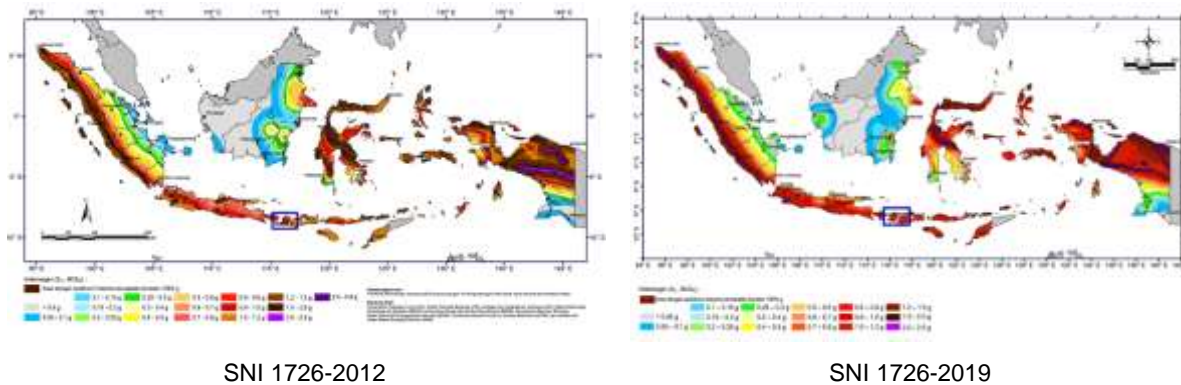
Analisis gempa pada struktur gedung dapat dilakukan dengan analisis statik nonlinier *pushover*. Analisis *pushover* merupakan salah satu komponen *performance-based design* yang menjadi sarana dalam mencari kapasitas dari suatu struktur. Dalam hal ini beban statik dalam arah lateral yang nilainya ditingkatkan secara bertahap sampai suatu struktur mencapai target *displacement* (Waworuntu, 2014). Analisis *pushover* digunakan karena dapat memperkirakan gaya maksimum dan deformasi yang terjadi

serta untuk memperoleh informasi bagian mana saja yang kritis. Selanjutnya dapat diidentifikasi bagian-bagian yang memerlukan perhatian khusus untuk pendetailan atau stabilitasnya. *Pushover Analysis* menghasilkan nilai hubungan antara gaya geser lateral dan perpindahan maksimum dari suatu struktur dengan berdasarkan *Federal Emergency Management Agency (FEMA 356)* dan *Applied Technology Council (ATC 40)*. Target perpindahan ditentukan dari kurva kapasitas dengan cara grafis menurut ATC 40 dan dengan cara empirik menurut FEMA 356 (Hsiao dkk, 2015). Dalam penelitian ini, analisis terhadap kemampuan struktur gedung *Fresh Market Senggigi* dengan metode *pushover* berdasarkan peraturan SNI 1726-2019 dilakukan serta dikaji juga berdasarkan SNI 1726-2012.

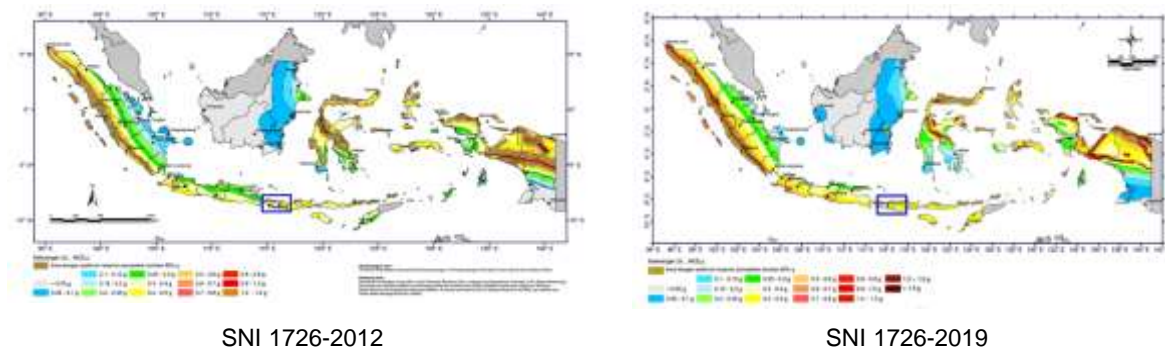
TINJAUAN PUSTAKA

Pedoman Peraturan Ketahanan Terhadap Gempa

Pedoman Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2019 telah secara resmi menggantikan pedoman sebelumnya yaitu SNI 1726-2012. Perbedaan terletak pada peta gempa pada tanah dasar, nilai koefisien kelas situs dan peta gempa periode panjang. Namun secara umum langkah-langkah analisis beban gempa adalah sama. Gambar 1 dan 2 menunjukkan peta gempa berturut-turut untuk periode 0,2 detik dan 1 detik baik untuk SNI 1726-2019 dan SNI 1726-2012.



Gambar 1 Peta Gempa untuk periode 0,2 detik (Kencanawati, dkk., 2022)



Gambar 2 Peta Gempa untuk periode 1 detik (Kencanawati, dkk., 2022)

Kinerja Bangunan

Perencanaan tahan gempa berbasis kinerja (*performance-based seismic design*) merupakan proses yang dapat digunakan untuk perencanaan bangunan baru maupun perkuatan (*upgrade*)

bangunan yang sudah ada, dengan pemahaman yang realistis terhadap resiko keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang. Proses perencanaan tahan gempa berbasis kinerja dimulai dengan membuat model rencana bangunan kemudian melakukan simulasi kinerjanya terhadap berbagai kejadian gempa. Perencana selanjutnya dapat mengatur ulang resiko kerusakan yang dapat diterima sesuai dengan resiko biaya yang dikeluarkan. Untuk metode FEMA 356, penyelesaian dilakukan dengan memodifikasi respons elastis linier dari sistem SDOF ekuivalen dengan faktor koefisien sehingga dapat dihitung target perpindahan. Sedangkan dalam ATC 40, metode yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja dari struktur adalah dengan metode spektrum kapasitas (*capacity-spektrum*).

Selanjutnya kategori level kinerja struktur seperti tampak pada Gambar 3 dijadikan dasar perencanaan berbasis kinerja yang mengacu pada FEMA-273 (1997) yaitu:

- *Segera dapat dipakai (IO – Immediate Occupancy)*

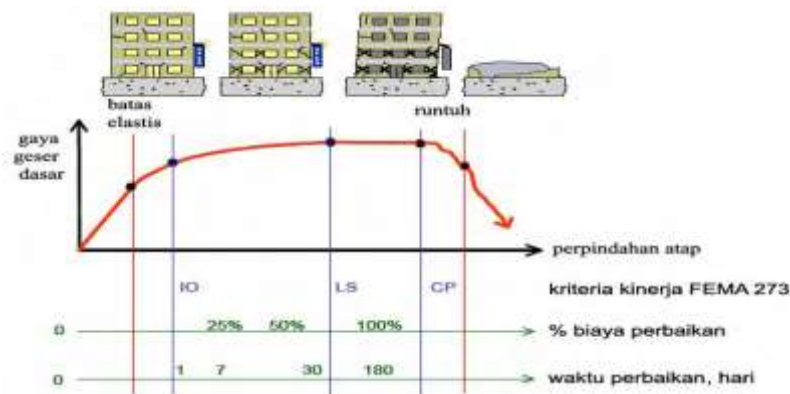
Tidak ada kerusakan yang berarti pada struktur, dimana kekuatan dan kekakuannya kira-kira hampir sama dengan kondisi sebelum gempa. Komponen non-struktur masih berada ditempatnya dan sebagian besar masih berfungsi jika utilitasnya tersedia. Bangunan dapat tetap berfungsi dan tidak terganggu dengan masalah perbaikan.

- *Keselamatan penghuni terjamin (LS – Life Safety)*

Terjadi kerusakan komponen struktur, kekakuan berkurang, tetapi masih mempunyai ambang yang cukup terhadap keruntuhan. Komponen non-struktur masih ada tetapi tidak berfungsi. Dapat dipakai lagi jika sudah dilakukan perbaikan.

- *Terhindar dari keruntuhan total (CP – Collapse Prevention)*

Kerusakan yang berarti pada komponen struktur dan non-struktur. Kekuatan struktur dan kekakuannya berkurang banyak, hampir runtuh. Kecelakaan akibat kejatuhan material bangunan yang rusak sangat mungkin terjadi.

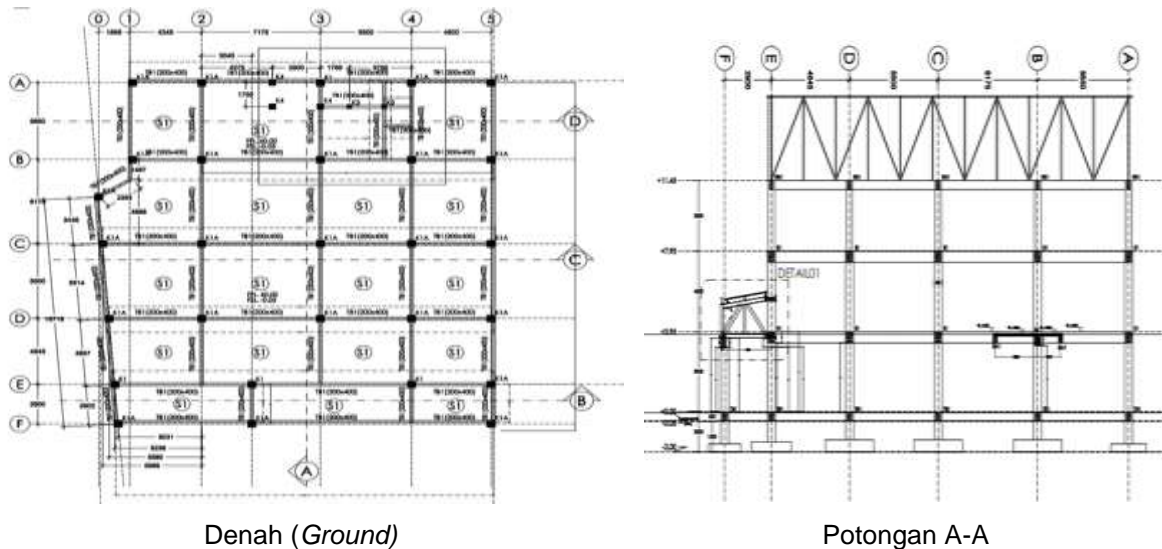


Gambar 3 Ilustrasi Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (FEMA 273, 1997)

METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, karena hasil yang dilakukan berupa angka atau bilangan yaitu merupakan hasil analisis struktur gedung dengan menggunakan Software SAP 2000 *Student Version*. Bangunan yang ditinjau adalah Gedung *Fresh Market* yang

terletak di wilayah pariwisata Senggigi. Fungsi Gedung sebagai pertokoan dan memiliki 3 lantai dengan penutup atap rangka baja ringan. Tinggi total bangunan adalah 16,26 m. Denah dan salah satu potongan gedung ditunjukkan pada Gambar 4.



Denah (Ground)

Potongan A-A

Gambar 4 Denah dan potongan bangunan

Data material dan tanah yang digunakan sebagai acuan dalam analisis kinerja pada Gedung Fresh Market Senggigi adalah sesuai dengan kondisi di lapangan.

- Kuat tekan beton (f'_c) : 25 MPa
- Tegangan leleh tulangan ulir (f_y) : 400 MPa
- Tegangan leleh tulangan polos (f_y) : 240 MPa
- Lapisan stratigrafi tanah area senggigi terdiri dari tanah lanau pasiran kedalaman 0,0-1,0 m, lapisan pasir lanauan kedalaman 1,0-2,80 m, selanjutnya dialasi oleh batuan sedimen jenis breksi vulkanik kedalaman 2,80-10,0 m dengan nilai N-SPT sebesar >50 (Windhari, 2018).

Prosedur yang dilakukan secara umum sebagai berikut

- Menyiapkan data penelitian.
- Melakukan studi literatur.
- Perhitungan pembebanan struktur
- Menganalisis respon spektrum berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019
- Pemodelan struktur dan meng-input beban menggunakan program SAP 2000 Student Version.
- Analisis hasil *output* program berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019
- Menentukan evaluasi kinerja struktur dari kedua SNI dengan analisis *pushover* metode FEMA 356 dan ATC 40
- Membandingkan hasil analisis dari SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Seismik Bangunan

Tabel 1 menunjukkan nilai parameter seismik bangunan yang dihitung dengan menggunakan pedoman nasional ketahanan gempa lama SNI 1726-2012 dan pedoman nasional ketahanan gempa

yang berlaku saat ini yaitu SNI 1726-2019. Bangunan memiliki fungsi sebagai pertokoan sehingga masuk dalam tipe bangunan dengan kategori resiko 2 sehingga faktor keutamaan gedung bernilai 1 baik untuk SNI 1726-2012 maupun SNI 1726-2019.

Nilai percepatan spectral pada tanah dasar untuk periode pendek (0,2 detik) pada SNI 1726-2019 lebih tinggi 7,6% dan untuk periode 1 detik lebih tinggi 5,5% bila dibandingkan dengan SNI sebelumnya. Berdasarkan nilai N-SPT diatas nilai 50, tampak bahwa gedung berada pada lapisan tanah keras sehingga masuk dalam kategori kelas situs SC. Nilai koefisien situs F_a dan F_v mengalami peningkatan dengan adanya perbaharuan SNI. Demikian berdampak pada nilai percepatan gempa pada permukaan tanah, percepatan gempa desain, dan periode getar struktur. Terlihat pula bahwa SNI 2019 mengakomodasi waktu getar pada periode panjang struktur yaitu sebesar 12 detik.

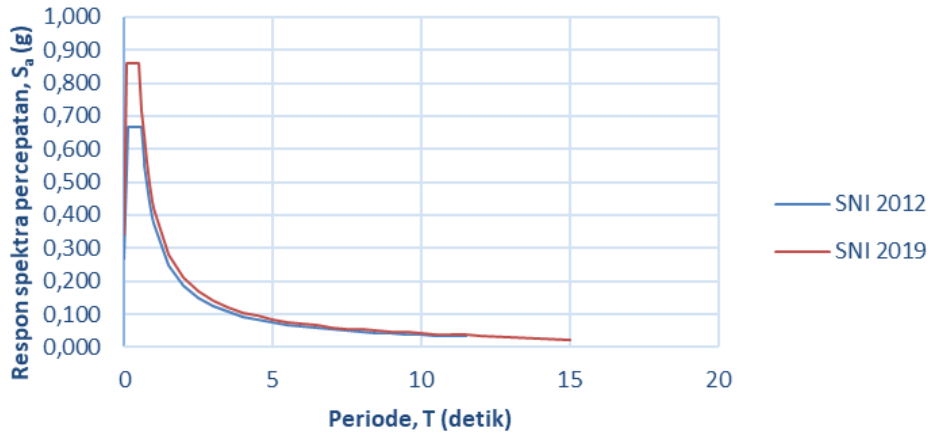
Berdasarkan nilai percepatan spektral pada tanah dasar baik pada periode 0,2 detik maupun pada periode 1 detik maka gedung termasuk dalam kategori seismik desain D yang artinya gedung harus didesain dengan sistem rangka pemikul momen khusus, dimana nilai koefisien modifikasi respon R yang berhubungan dengan nilai daktilitas struktur bernilai 8.

Tabel 1 Nilai parameter seismik bangunan

PARAMETER	SNI 1726-2012	SNI 1726-2019
Kategori risiko	II	II
Faktor keutamaan gempa	1	1
S_s (g)	1	1.075678
S_1 (g)	0.4	0.421906
Kelas situs	SC	SC
Koefisien, F_a	1	1.2
Koefisien, F_v	1.4	1.5
S_{MS} (g)	1	1.2908
S_{M1} (g)	0.560	0.6329
S_{DS} (g)	0.667	0.8605
S_{D1} (g)	0.373	0.4219
T_0 (detik)	0.112	0.098
T_s (detik)	0.560	0.490
T_L (detik)	-	12
Kategori desain seismik, S_s	D	D
Kategori desain seismik, S_1	D	D
Koefisien modifikasi. respon, R	8	8

Respon Spektrum

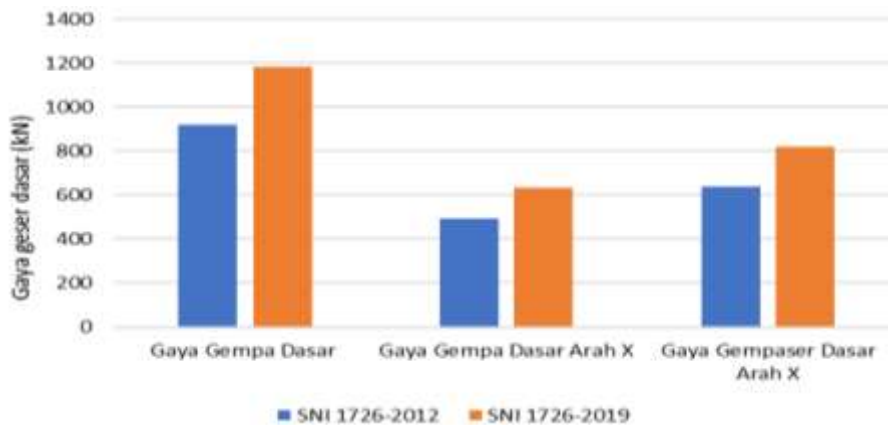
Gambar 5 menunjukkan grafik respon spektrum desain bangunan yang di hasilkan dengan menggunakan pedoman nasional ketahanan gempa lama SNI 1726-2012 dan pedoman nasional ketahanan gempa yang berlaku saat ini yaitu SNI 1726-2019. Tampak bahwa SNI baru memiliki nilai percepatan spektral desain baik periode 0,2 detik (S_{DS}) dan 1 detik (S_{D1}) yang lebih tinggi. Perbedaan nilai percepatan spectral sebesar 29% pada periode 0,2 detik dan 13,1% pada periode 1 detik antara kedua pedoman gempa.



Gambar 5 Respon spektrum desain

Gaya Gempa Dasar

Gaya gaya gempa dasar desain gedung yang dihitung dengan pedoman nasional ketahanan gempa baru SNI 1726-2019 menunjukkan nilai yang lebih besar 29% dibandingkan dengan gaya gempa dasar desain gedung yang dihitung dengan pedoman nasional ketahanan gempa lama, SNI 1726-2012. Hal ini diakibatkan oleh nilai percepatan spektral desain yang lebih tinggi bila dihitung dengan pada pedoman gempa yang berlaku saat ini. Gambar 6 menunjukkan perbedaan nilai gaya gempa dasar, gaya gempa dasar arah X, dan gaya gempa dasar arah Y yang dihitung dengan pedoman gempa lama dan saat ini. Semula gedung *Fresh Market* di desain dengan menggunakan SNI 1726-2012 namun dengan perubahan pedoman terlihat bahwa gedung menanggung beban gempa yang lebih besar bila dihitung dengan pedoman gempa yang berlaku.



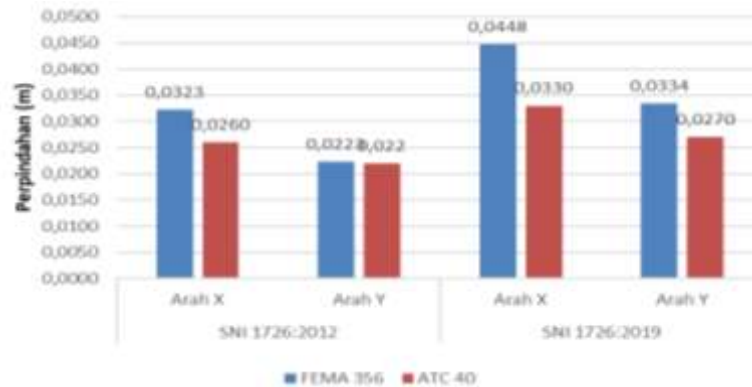
Gambar 6 Perbedaan nilai gaya gempa dasar

Kinerja Gedung

Gambar 7 menunjukkan perbandingan target perpindahan gedung. Terlihat nilai perpindahan terbesar untuk arah X berdasarkan SNI 1726-2012 adalah 0,0323 m (FEMA 356), serta untuk arah Y sebesar 0,0223 m (FEMA 356). Sementara itu, untuk nilai perpindahan terbesar untuk arah X berdasarkan SNI 1726-2019 adalah 0,0448 m (FEMA 356), serta untuk arah Y sebesar 0,0334 m (FEMA 356). Dengan demikian perpindahan maksimum yang dihitung berdasarkan metode FEMA 356 baik pada arah X dan Y dengan SNI SNI 1726-2012 menunjukkan hasil yang lebih kecil bila dibandingkan dengan hasil dengan menggunakan SNI SNI 1726-2019.

Dengan metode ATC-40, hasil yang sejalan didapatkan yaitu, nilai perpindahan arah X SNI 1726-2012 (0,0260 m) lebih kecil dibandingkan dengan perpindahan arah X SNI 1726-2019 (0,0330 m). Sementara itu, nilai perpindahan arah Y SNI 1726-2012 (0,0220 m) lebih kecil dibandingkan dengan perpindahan arah Y SNI 1726-2019 (0,0270 m).

Hasil dari metode FEMA 356 cenderung lebih besar dari metode ATC 40 karena metode FEMA 356 menggunakan perhitungan koefisien - koefisien yang berdasarkan pada periode waktu getar dari struktur untuk mendapatkan nilai *performance point* sementara metode ATC 40 menggunakan spektrum kapasitas.



Gambar 7 Perbandingan target perpindahan gedung

Dengan target perpindahan arah X, $\delta_T = 0,0323$ m (SNI 1726-2012) sampai dengan step 70 dimana perpindahan mencapai $0,03246$ m $> \delta_T$ dan gaya geser dasar yang dihasilkan sebesar $6033,985$ kN, maka kinerja yang diperlihatkan oleh struktur tidak ada yang melewati batas IO (*Immediate Occupancy*). Untuk $\delta_T = 0,0323$ m, nilai gaya geser = $(0,0323/0,03246) * 6033,985 = 6004,243$ kN. Jadi kinerja struktur arah X berdasarkan SNI 1726-2012 masuk kategori aman.

Dengan target perpindahan arah X, $\delta_T = 0,0448$ m (SNI 1726-2019) terlihat bahwa dalam step 97 dimana perpindahan mencapai $0,04485$ m $> \delta_T$ dan gaya geser dasar untuk $\delta_T = 8961,468$ kN, kinerja yang diperlihatkan oleh struktur tidak ada yang melewati batas IO (*Immediate Occupancy*). Untuk $\delta_T = 0,0448$ m, nilai gaya geser = $(0,0448/0,04485) * 8961,468 = 8951,478$ kN. Jadi kinerja struktur arah X berdasarkan SNI 1726-2019 masuk kategori aman.

Kondisi IO atau *immediate occupancy* berarti tidak ada kerusakan yang berarti pada struktur, dimana kekuatan dan kekakuannya kira-kira hampir sama dengan kondisi sebelum gempa. Komponen non-struktur masih berada ditempatnya dan sebagian besar masih berfungsi jika utilitasnya tersedia. Bangunan dapat tetap berfungsi dan tidak terganggu dengan masalah perbaikan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

- 1) Struktur gedung *Fresh Market* mencapai gaya geser dasar maksimum untuk SNI 1726-2019 dengan metode FEMA 356. untuk arah X, δ_T sebesar $0,0448$ m dengan gaya geser dasar sebesar $8951,478$ kN sementara itu, untuk arah Y, δ_T sebesar $0,0334$ m dengan gaya geser dasar sebesar $7902,673$ kN.

2) Dengan target perpindahan arah X yang ada baik arah X dan Y dapat disimpulkan bahwa kinerja struktur berdasarkan SNI 1726-2019 masuk kategori aman dengan level kinerja Immediate Occupancy (IO). Kondisi IO atau immediate occupancy berarti tidak ada kerusakan yang berarti pada struktur, dimana kekuatan dan kekakuannya kira-kira hampir sama dengan kondisi sebelum gempa. Komponen non-struktur masih berada ditempatnya dan sebagian besar masih berfungsi jika utilitasnya tersedia. Bangunan dapat tetap berfungsi dan tidak terganggu dengan masalah perbaikan.

Saran

Perlu dilakukan pengkajian menyeluruh terhadap gedung-gedung eksisting lainnya yang dibangun dengan pedoman gempa lama agar dapat diketahui kinerjanya berdasarkan peraturan gempa yang berlaku saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council. (1996). *Seismic Evaluation and Rehabilitation of Concrete Buildings Volume 1 ATC 40*. California: Seismic Safety Commission State of California.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 1726:2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional.
- Federal Emergence Management Agency . (2000). *Prestandard and Commentary for the seismic rehabilitation of building-FEMA-356*. California: ASCE Publishing. Retrieved from <https://www.nehrp.gov/pdf/fema356.pdf>
- Federal Emergence Management Agency. (1997). *NEHRP guidelines for the seismic rehabilitation of building-FEMA-273*. California: ASCE Publishing. Retrieved from <https://courses.washington.edu/cee518/fema273.pdf>
- Hsiao , F.-P., Oktavianus, Y., Ou, Y.-C., Luu, C.-H., & Hwang, S.-J. (n.d.). A Pushover Seismic Analysis and Retrofitting Method Applied to Low-Rise RC School Buildings. *Advances in Structural Engineering. Sage Journals*, 18(3). doi:<https://doi.org/10.1260/1369-4332.18.3.311>
- Kencanawati, N., Aprianingsih, L., Hariyadi , Ngudiyono, Mahmud, F., & Widiyanti, D. (2023). Perbandingan Respon Seismik Struktur Gedung Sistem Konvensional Dengan Sistem Isolasi Dasar (Studi Kasus: Gedung Tempak Evakuasi Sementara, Bangsal, Kabupaten Lombok Utara. *Spektrum Sipil*, 10(1), 49-60. doi:10.29303/spektrum.v10i1.297
- Kencanawati, N., Hariyadi, Hidayati, N., & Sukerta, I. (2022). (2022). A new approach to structural seismic responses in Mataram City: Based on the Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) results obtained after Lombok earthquakes 2018. *Scientia Ira. Scientia Iranica*, 1142-1153. Retrieved from https://scintiairanica.sharif.edu/article_22697_6fcdca63946d2d35614ac47ca49430bf.pdf
- Reza, S. F., Suryanita, R., & Ismeddiyanto. (2016). Analisis Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat di Wilayah Gempa Indonesia Intensitas Tinggi Menggunakan Analisis Statis Nonlinier. *JOM FT UNRI*, 3(1), 1-11. Retrieved from <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/9685>
<https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jst/article/view/447>
- Sukandi, Windhari, G. E., & Palimbong, Y. (2018). Windhari, G. E., & Palimbong, Y. (2018). Evaluasi Pergerakan Dinding Penahan Tanah Dengan Simulasi Numeris (Studi Kasus Longsor Dinding Penahan Tanah Villa the Hill Senggigi). *Jurnal Sangkareang Mataram*, 4(2), 62-67.
- Syafutra, T. P. (2017). *Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Pushover Analysis*. Mataram: Universitas Mataram.
- Waworuntu, G., Sumajouw, M., & Windah, R. (2014). Evaluasi Kemampuan Struktur Rumah Tinggal Sederhana Akibat Gempa. *Jurnal Sipil Statik*, 2(4), 191-200. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jss/article/view/5238>